

**DAMPAK PENERAPAN SISTEM SILVIKULTUR TEBANG PILIH TANAM JALUR
TERHADAP KELESTARIAN KESUBURAN TANAH DALAM MENUNJANG
KELESTARIAN PENGELOLAAN HUTAN ALAM**
*(The Impact of Selective Cutting and Strip Planting System Implementation Toward
Sustainability of Soil Fertility to Support Sustainability Forest Management of Natural Forest)*

**Widiyatno^{*}, Soekotjo, Hatma Suryatmojo, Haryono Supriyo, Susilo Purnomo
dan Jatmoko**

Bagian Silvikultur, Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada
Jl. Agro No 1., Bulak Sumur Yogyakarta;

^{*}Penulis korespondensi. Telp./Fax. 0274-545639; Email: widiyatno.yk@gmail.com

Diterima: 22 November 2013

Disetujui: 20 Februari 2014

Abstrak

Tebang pilih merupakan salah satu sistem silvikultur yang dikembangkan untuk mengelola hutan hujan tropis di Indonesia. Sistem ini didasarkan pada limit diameter, jumlah tegakan tinggal untuk rotasi berikutnya dan keberhasilan permudaan alam maupaun penanaman pengkayaan. Sistem silvikultur Tebang Pilih Tanam Jalur (TPTJ) dengan teknik silvikultur intensif (SILIN) diintroduksi pada tahun 2005 untuk merehabilitasi dan meningkatkan produktivitas *Logged Over Area* (LOA) hutan hujan tropis dengan pola penanaman pengkayaan jalur. Pelaksanaan TPTJ dimungkinkan akan mempengaruhi stabilitas tanah karena tanah pada hutan hujan tropis sangat sensitif terhadap perubahan akibat pelaksanaan TPTJ. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menginvestigasi status kesuburan tanah LOA (1 dan 5 tahun setelah penanaman) pada hutan hujan tropis yang dikelola dengan sistem TPTJ dengan teknik SILIN. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanah pada lokasi penelitian bersifat sangat asam (pH H₂O: 3.97-4.50 dan pH KCl: 3,57-4,07). Nilai pH tersebut mengindikasikan bahwa tingkat konsentrasi kandungan nutrisi Ca, Mg dan K dalam kategori rendah sebab tanah tersebut masuk dalam ordo Ultisols. Kandungan nutrisi pada areal 1 dan 5 tahun setelah penanaman tidak berbeda nyata pada uji T dengan taraf kepercayaan 5%. Pada umumnya, kandungan nutrisi orda Horizon A mempunyai nilai C-organik yang lebih tinggi dibandingkan lapisan di bawahnya karena keberadaan akumulasi dari bahan organik dan nilai ini mempunyai korelasi yang positif terhadap Kapasitas Tukar Kation ($R^2 = 0.946$) sehingga keberadaannya akan menyediakan unsur hara dalam mendukung pertumbuhan tanaman dipterocarps pada sistem penanaman jalur.

Kata kunci: silvikultur, penanaman pengkayaan, kesuburan tanah, tebang pilih

Abstract

Selective cutting is one of the silviculture system developed to manage the tropical rain forest in Indonesia. This system is based on diameter limit, the number of trees left (residual stand) for the next harvesting and successfully regeneration natural of residual stand or enrichment planting. In 2005, selective cutting and strip planting with intensive silviculture was being applied to rehabilitate and to improve the productivity of Logged Over Area (LOA) of tropical rain forest with enrichment planting in strip planting system. TPTJ system might stimulate the soil stability of tropical rain forest damaged because it was sensitive of changing. The objective of this research was to investigate the soil fertility status on LOA (1 and 5 years old after planting) of tropical rain forest in selective cutting and strip planting with intensive silviculture. The result showed that soil at the reseach sites were very acid it was about pH H₂O 3.97-4.50 and pH KCl 3,57-4,07. This pH values indicated that nutrient concentrations especially Ca, Mg and K were very low because the soil included on Ultisols. Nutrient concentration at 1 and 5 years old after planting of area was not significant in T test with 5% confident level. In general, nutrient concentrations in horizon A was organic matter accumulation on the top soil would increase C-organic content and this value had positive correlation with cation exchangeable capacity (CEC) that value of correlation coefficient (R^2) was 0.946, so it could provide nutrient to support growth of dipterocarps in the strip planting system.

Keywords: silviculture, enrichment planting, soil fertility, selective cutting.

PENDAHULUAN

Hutan hujan tropis merupakan suatu komunitas hayati yang kompleks dan didominasi oleh pohon-pohon dengan berbagai ukuran. Hutan

menciptakan kondisi yang berbeda antara di dalam kanopi hutan dan di luarnya yaitu pada perbedaan iklim mikro, ketersediaan cahaya, kelembaban dan suhu (Whitmore, 1984). Kekayaan dari hutan hujan tropis juga di gambarkan oleh Van Steenis (1971)

dalam Whitmore (1984), jumlah flora yang ada di Malesia sangat kaya, diperkirakan mencapai 25.000 jenis dari tanaman berbunga, yang merupakan 10 persen dari total tumbuhan di dunia. Sebagai ilustrasi jumlah spesies yang terdapat di Malaya mencapai 7.900 spesies dan 1.500 merupakan jenis tumbuhan berbiji (Whitmore, 1973 dalam Whitmore, 1984). Indonesia merupakan salah satu negara yang mempunyai hutan tropis yang luas, yaitu seluas 88,5 juta ha atau sekitar 46% dari luas daratan (FAO, 2007). Akan tetapi keberadaannya sekarang ini hutan tropis Indonesia telah terdegradasi. Hasil *Global Forest Resources Assesment* yang dilakukan oleh FAO tahun 2005, menunjukkan bahwa antara tahun 1990-2005, hutan Indonesia berkurang sebanyak 28,1 juta ha. Departemen Kehutanan memberikan angka resmi 2,1 juta ha/th untuk laju kerusakan hutan Indonesia. *Forest Watch Indonesia* bahkan memberikan angka 2-2,4 juta ha/thn.

Kerusakan hutan tropis di Indonesia akan menimbulkan dampak berupa kehilangan keanekaragaman flora dan fauna, penurunan serapan karbon, banjir dan perubahan iklim global. Kehilangan keanekaragaman hayati akibat dari pengrusakan hutan secara spesifik berakibat pada pengurangan dari *local endemic* yang mempunyai persebaran geografi yang sempit atau sering disebut sebagai *genetic erosion* (Whitmore, 1993). Kerusakan hutan ini disebabkan beberapa faktor diantaranya adalah illegal logging, kebakaran hutan, alih fungsi lahan dan pelaksanaan sistem pengelolaan hutan (sistem silvikultur) yang tidak tepat.

Salah satu sistem silvikultur yang diterapkan dalam pengelolaan hutan hujan tropis di Indonesia adalah dengan menggunakan sistem Tebang Pilih Tanam Jalur (TPTJ) dan Tebang Pilih Tanam Indonesia Intensif (TPTII/TPTJ Intensif) (Dephut, 1998; 2005 dan 2009 a,b). Sistem ini menerapkan penebangan dengan sistem tebang pilih dan penanaman pengayaan (*enrichment planting*) dengan penanaman jalur (*strip planting*) dengan teknik Silviculture Intensif (SILIN). Metode ini dilakukan dengan cara membuka jalur tanam selebar 3 meter (menebang tanaman dengan sistem lorong/jalur untuk kegiatan penanaman) dengan jarak tanam antar tanaman dalam jalur untuk TPTJ dan TPTII/TPTJ dengan teknik SILIN masing-masing 5 dan 2,5 m dan jarak antar jalur untuk TPTJ dan TPTII/ TPTJ Intensif masing-masing 25 dan 20 tahun (Na'iem dan Faridah, 2006)

Penerapan penanaman dengan metode ini dimungkinkan dapat mengganggu tanah di lokasi penanaman yang merupakan modal utama untuk menjaga kelangsungan pertumbuhan tanaman

dalam menjaga keragaman hayati yang tinggi. Hal ini disebabkan karena jenis-jenis tanah di lokasi penanaman masuk dalam ordo Ultisol dan Oxisol. Kedua jenis tanah ini masuk ke dalam kategori tanah tua dan berkembang lanjut dengan tingkat kesuburan tanah yang rendah (tanah bersifat masam dengan bertambah kedalaman tanahnya) serta rentan terhadap gangguan. Munawar (2005) melaporkan lapisan hara tertinggi pada lapisan paling atas kecuali Ca dan Mg, karena lapisan paling atas tempat akumulasinya seresah yang membentuk lantai hutan, yang selama mineralisasi akan melepaskan unsur-unsur hara menjadi pemasok utama hara bagi tegakan hutan.

Di samping itu penggunaan alat berat pada saat pemanenan akan merusak struktur tanah yang berpengaruh terhadap infiltrasi, unsur hara dan udara yang sangat penting bagi aktivitas akar tanaman (Anonim, 2001) dan meningkatkan laju erosi tanah (Nussbaum dan Hoe 1996). Penggunaan bulldozer/alat berat pada tempat penimbunan kayu dan jalan sarad akan meningkatkan pemadatan tanah yang mencapai 40% dari total hutan (Nussbaum dkk., 1994; Nussbaum dan Hoe, 1996). Dan dalam jangka panjang keadaan ini akan berdampak negatif terhadap pasokan hara bagi perkembangan tanaman dalam jalur dan perkembangan komunitas vegetasi hutan alam pada umumnya.

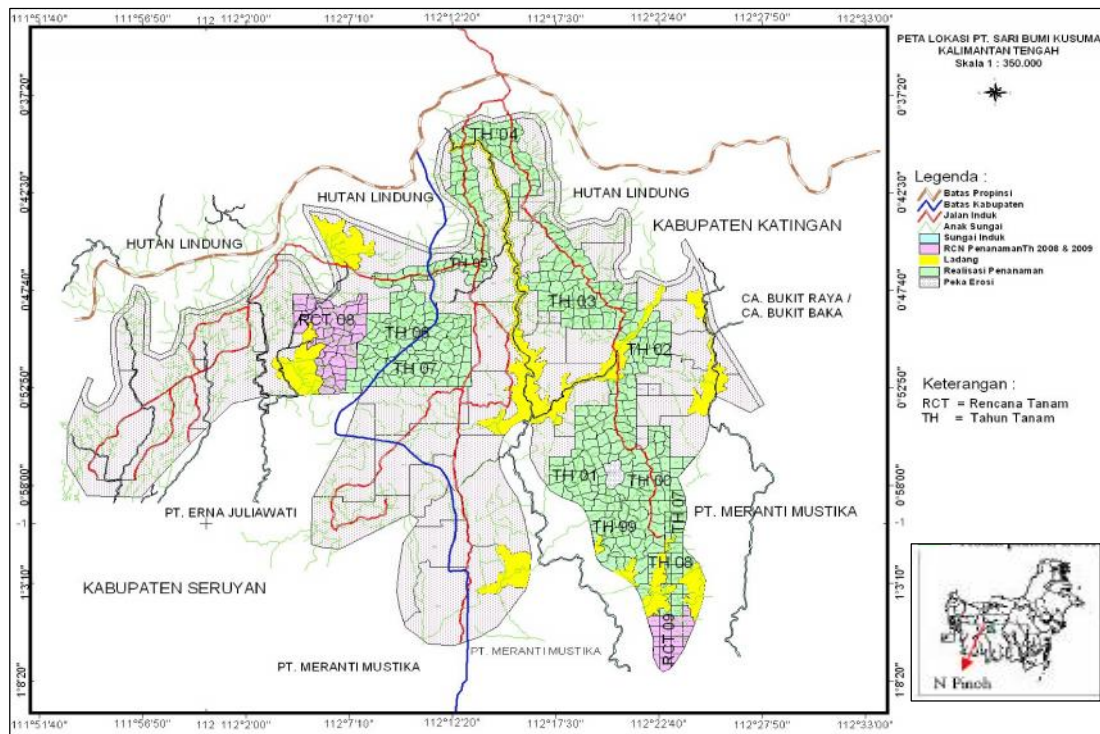
Evaluasi status kesuburan lahan pada areal penanaman jalur menjadi hal yang sangat krusial dalam menunjang pertumbuhan tanaman dan menjaga kelestarian hayati dan produksi di masa mendatang. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui status kesuburan tanah pada tanaman umur 1 dan 5 tahun setelah penanaman.

METODE PENELITIAN

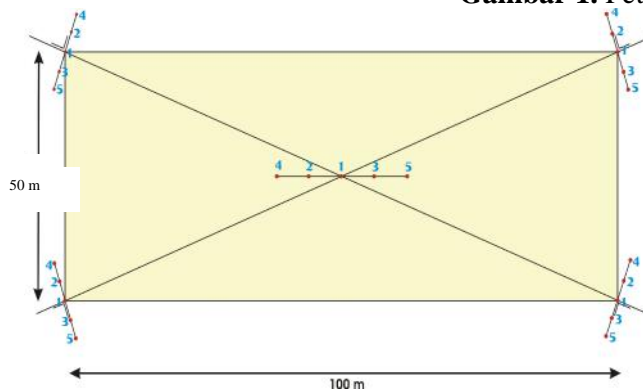
Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian diawali dengan pembuatan plot petak ukur permanen (PUP) monitoring pada berbagai umur tanaman, yaitu 1 dan 5 tahun setelah penanaman dan diikuti dengan pengambilan sampel tanah. Lokasi penelitian adalah di areal PT. Sari Bumi Kusuma (SBK) blok Sei Seruyan PT. SBK terletak pada posisi 00° 36' - 01° 10' LS dan 111° 39' - 111° 25' BT (Gambar 1).

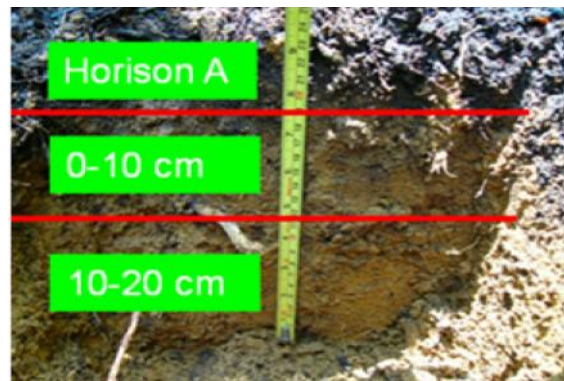
Areal konsensi hutan PT. SBK sebagian besar berupa tanah lahan kering, dengan bentuk lapangan yang bervariasi (landai curam dengan ketinggian antara 100-500 m dpl). Areal konsesi hutan PT SBK sebagian besar mempunyai persentase kemiringan sebesar 16-25% (agak curam) dengan areal seluas 98.674 ha (47%).



Gambar 1. Peta lokasi penelitian



Gambar 2. Titik-titik pengambilan sampel tanah (Soekotjo dan Subiakto, 2005)



Gambar 3. Pengambilan sampel tanah mineral pada berbagai kedalaman (Soekotjo dan Subiakto, 2005)

Cara Pengamatan

Pengambilan sampel tanah

Pengamatan kelestarian kesuburan lahan hutan dilakukan pada PUP tanaman umur 1 dan 5 tahun, masing-masing adalah 6 plot PUP. Setiap plot PUP diambil pada 5 titik, yaitu 4 titik pada ujung petak ukur dan 1 titik pada persilangan diagonal dari plot PUP. Letak pengambilan sampel pada setiap plot PUP digambarkan pada Gambar 2 (Soekotjo dan Subiakto, 2005). Sampel yang diambil digunakan untuk menilai status kesuburan lahan hutan adalah seresah dan tanah mineral.

Pengambilan sampel seresah

Prosedur pengambilan sampel seresah adalah (Soekotjo dan Subiakto, 2005) mengikuti prosedur.

Pengambilan sampel seresah pada tahun ke-1 dilaksanakan pada titik ke-1. Ban sepeda kecil (diameter 25 cm) diletakkan di titik-titik yang telah ditentukan (Gambar 2.), yaitu 4 titik pada setiap ujung PUP dan 1 titik di tengah-tengah PUP/perpotongan diagonal. Sisi dalam ban dilingkari dengan cara tanah yang berada berhimpitan dengan ban dalam diberi batas. Pemberian batas dapat dilakukan dengan cara menancapkan pisau berkeliling ban sebelah dalam. Seresah yang ada dalam garis yang telah dibuat diambil. Sebelum mengambil seresah, didahului dengan mengukur ketebalan seresah pada ke 4 penjuru, yaitu di sebelah Utara, Selatan, Barat dan Timur, kemudian menghitung nilai rata-ratanya.

Setelah pencatatan ketebalan seresah selesai, langkah selanjutnya adalah mengambil semua seresah di bagian dalam lingkaran sampai terlihat permukaan tanah mineral dan dibedakan menjadi 3, yaitu seresah segar dan seresah sebagian terombak dan telah terombak. Kemudian dimasukkan ke dalam kantong plastik secara terpisah dan diberi kode atau label di bagian luarnya, yang meliputi kode PUP, titik pengambilan, tanggal pengambilan dan identitas pengambil (pengambilan sampel seresah di semua titik pada PUP). Pengambilan sampel seresah dilakukan pada 5 titik pada setiap PUP, kemudian contoh tanah dibawa ke laboratorium Balai Penelitian Tanah, Puslitbang Tanah dan Agroklimat, Bogor untuk dianalisis.

Pengambilan sampel tanah mineral

Prosedur yang dilakukan dalam pengambilan sampel tanah mineral (pada titik 1) adalah seperti uraian berikut. Setelah semua penutup tanah terambil, pekerjaan selanjutnya adalah mulai menaksir ketebalan Horizon A₁ (Gambar 3). Ketebalan Horizon A pada 4 penjuru diukur, kemudian diambil rata-ratanya pada setiap titik PUP (Gambar 3).

Pengambilan sampel tanah mineral pada lapisan di bawah Horizon A₁ pada kedalaman 0-10 cm dan 10-20 cm, masing-masing sebanyak segenggam tanah (0,25 kg) dan dimasukkan ke dalam kantong plastik bersih yang sudah disiapkan. Pengambilan dilakukan secara hati-hati dan dimulai dari bagian bawah terus ke atas, agar contoh lapisan tanah satu tidak bercampur atau dikotori oleh lapisan tanah lainnya.

Setelah pengambilan contoh tanah, langkah selanjutnya adalah mengembalikan tanah sesuai dengan urutan lapisan tanah semula. Pengambilan sampel tanah dilakukan pada 5 titik pada setiap PUP, kemudian contoh tanah di bawa ke laboratorium Balai Penelitian Tanah, Puslitbang Tanah dan Agroklimat, Bogor untuk dianalisis.

Pengambilan sampel tanah mineral pada lapisan di bawah Horizon A₁ pada kedalaman 0-10 cm dan 10-20 cm, masing-masing sebanyak segenggam tanah (0,25 kg) dan dimasukkan ke dalam kantong plastik bersih yang sudah disiapkan. Pengambilan dilakukan secara hati-hati dan dimulai dari bagian bawah terus ke atas, agar contoh lapisan tanah satu tidak bercampur atau dikotori oleh lapisan tanah lainnya.

Data pendukung lainnya adalah data-data yang berhubungan dengan kegiatan persemaian, penanaman dan pemeliharaan tanaman. Data sekunder dikumpulkan dari semua kegiatan pertanian dimaksudkan untuk menguatkan kajian

produktivitas pembangunan hutan tanaman meranti dengan sistem TPTIL.

Analisis Data

Sampel seresah

Sampel seresah tanah ditimbang beratnya untuk setiap jenis seresah, sehingga diketahui berat seresah per satuan luas. Untuk analisis kimia sampel seresah meliputi kadar Karbon (C) total, total Nitrogen (N), dan persentase (%) bahan organik yang hilang akibat pembakaran. Setelah diketahui ke 3 parameter tersebut, langkah selanjutnya adalah mengamati perubahan status kondisi seresah pada tanaman umur 1 tahun (PUP 1) dan umur 5 tahun (PUP 5) serta dianalisis dengan uji T (membandingkan status seresah pada PUP 1 dan 5). Kuantitas perubahan status seresah tersebut dapat dibedakan menjadi 2 yaitu positif (mengarah ke lebih baik) dan negatif (mengarah ke kurang baik). Bila terjadi perubahan negatif maka dapat dijadikan sinyal awal untuk memberikan input sesuai dengan kondisi perubahan yang terjadi. Analisis uji T dapat dilihat pada persamaan (1)-(5).

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \quad (1)$$

$$SS = \sum f_i X_i^2 - \frac{(\sum f_i X_i)^2}{n} \quad (2)$$

$$S_p^2 = \frac{SS_1 + SS_2}{v_1 + v_2} \quad (3)$$

$$S_{\bar{x}_1 - \bar{x}_2} = \sqrt{\frac{S_p^2}{n_1} + \frac{S_p^2}{n_2}} \quad (4)$$

Keterangan

\bar{X} = rerata;

SS = Jumlah Kuadrat;

S_p^2 = Varian Kelompok;

$S_{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}$ = Standar Deviasi Kelompok;

V_i = derajat bebas masing-masing kelompok ke i.

Berdasarkan persamaan 1, 2, 3 dan 4 maka persamaan uji T dapat dilihat pada persamaan 5.

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{S_{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}} \quad (5)$$

Hipotesis yang ditawarkan dalam analisis ini adalah (μ_1 = PUP 1 dan μ_5 = PUP 5).

Hipotesa nol(H_0) : $\mu_1 = \mu_5$

Hipotesis Alternatif (H_A) : $\mu_1 \neq \mu_5$

Apabila nilai ' t hitung ' > t tabel (taraf kepercayaan 5%) maka dikatakan bahwa ke dua PUP mempunyai nilai yang berbeda.

Sampel tanah mineral

Setelah sampai di laboratorium sampel tanah lapisan 0-10 cm dari semua titik di PUP dicampurkan dengan baik, demikian pula sampel tanah lapisan 10-20 cm untuk mendapatkan contoh tanah komposit yang disiapkan untuk dianalisis. Analisis sampel tanah di laboratorium meliputi: pH (air dan KCl), total C, total N, P tersedia; dan K, Ca dan Mg dapat ditukar. Setelah diketahui ke 7 parameter di atas, langkah selanjutnya adalah mengamati perubahan status kimia tanah mineral pada tanaman umur 1 tahun (tahun tanam 2006) dan umur 5 tahun (tahun tanam 2002) serta dianalisis dengan uji. Analisis uji T pada tanah tanah mineral menggunakan persamaan yang sama dengan analisis uji T pada sampel seresah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Seresah

Potensi bahan organik (BO) dan kadar abu

BO bersumber asli dari jaringan tumbuhan, yang dapat berupa akar, batang, ranting, daun, bunga dan buah yang nantinya akan menjadi seresah. Dalam keadaan alami bagian di atas tanah, akar pohon, semak-semak, rumput dan tanaman tingkat rendah lainnya tiap tahun menyediakan sejumlah besar bahan organik (Buckman dan Brady, 1982). Rerata potensi seresah utuh dan sebagian terombak pada PUP 1 dan 5 dapat dilihat pada Tabel 1.

Kandungan BO (seresah utuh dan sebagian terombak) pada PUP 1 dan 5 mempunyai nilai yang tidak signifikan pada uji T dengan taraf kepercayaan 5%, dengan masing-masing ketebalan seresah PUP 1 dan 5 adalah 2,84 cm dan 2,78 cm. Potensi seresah di lokasi penelitian setara dengan penelitian terkait di LOA hutan hujan tropis di wilayah Sumatra yang mempunyai potensi seresah sebesar 9,05–11,75 ton/ha (Hardiwinoto dan Okimori, 1996). Ketebalan seresah yang relatif tidak berbeda nyata antara PUP 1 dan 5 mengindikasikan bahwa proses dekomposisi pada hutan berjalan cepat kurang dari 1 tahun walaupun tidak 100% materi BO terdekomposisi dalam waktu 1 tahun sehingga akan terbentuk akumulasi dalam

bentuk seresah sebagian terombak dari tahun ke tahun dalam jumlah kecil.

Lebih lanjut Kikuchi (1996), menyebutkan bahwa akumulasi seresah dan ketebalan BO berhubungan dengan intensitas cahaya matahari dan kelembaban udara yang berada pada lokasi tersebut. Areal yang mempunyai intensitas cahaya tinggi dan kelembaban rendah maka kandungan seresah dan ketebalan BO akan lebih kecil dibandingkan areal yang mempunyai intensitas cahaya rendah dan kelembaban tanah tinggi (Kikuchi, 1996). Keberadaan BO ini berperan dalam memengaruhi sifat fisika dan kimia tanah, pengaruhnya relatif sangat besar dibanding dengan jumlahnya yang sedikit dalam tanah (Buckman dan Brady, 1982) sehingga keberadaan vegetasi penyusun tegakan LOA menjadi faktor kunci sebagai penyumbang BO untuk peningkatan produktivitas BO dan kesuburan tanah.

Kadar abu, C-organik, N-organik dan C/N

Rerata persentase kandungan abu, C, N pada seresah PUP 1 dan 5 dapat dilihat pada Tabel 2. Kadar abu merupakan suatu nilai yang menunjukkan kadar mineral tanah karena akibat pembakaran akan menyebabkan komponen organik terbakar dan menyisakan mineral-mineral sebagai kadar abu (Rahayu dkk., 2005). Kandungan abu seresah utuh pada PUP 1 dan 5 adalah 0,83 ton/ha dan 0,64 ton/ha.

Untuk seresah sebagian terombak kandungan abu pada PUP 1 dan 5 setelah penanaman adalah 2,15 dan 2,43 ton/ha. Uji T (95%) terhadap kandungan kadar abu baik pada seresah utuh dan sebagian terombak pada PUP 1 dan 5 tidak berbeda nyata ketika diuji pada taraf kepercayaan 5%. Walaupun demikian PUP 5 memiliki kandungan abu 13% lebih banyak dibandingkan PUP 1. Hal ini menunjukkan bahwa proses humifikasi telah berjalan, sehingga akan menghasilkan humus yang berguna bagi pertumbuhan tanaman.

Kandungan C-org/ha seresah sebagian terombak pada PUP 5 adalah 54% lebih tinggi dibandingkan pada PUP 1. Kandungan N tergolong dalam status tinggi dan sangat tinggi untuk seluruh plot PUP monitoring. Hal ini berarti kandungan N pada seresah sebagian terombak pada PUP 5

Tabel 1. Ringkasan statistik potensi seresah utuh dan sebagian terombak pada PUP 1 dan 5

Analisis Statistik	Seresah utuh (ton/ha)		Seresah sebagian terombak (ton/ha)	
	PUP 1	PUP 5	PUP 1	PUP 5
Rerata	8,93	8,38	7,09	9,65
SD	2,23	0,76	1,40	3,04
KV	0,27	0,08	0,14	0,43
T test	0,56tn		2,13tn	

Keterangan: tn, artinya tidak nyata, perbedaan antar perlakuan tidak nyata ($t = 2,18$)

Tabel 2. Rerata persentase kandungan abu, C, N seresah pada PUP 1 dan 5

Parameter	Seresah utuh			Seresah sebagian terombak		
	PUP 1	PUP 5	Uji T (0,05)	PUP 1	PUP 5	Uji T (0,05)
Kadar Abu (%)	9,34	7,61	tn	30,27	25,15	tn
C (%)	44,41	46,65	tn	35,60	40,2	tn
N (%)	1,17	1,17	tn	1,02	1,21	tn
Nisbah C/N	39	41		35	35	

Keterangan: tn, artinya tidak nyata, perbedaan antar perlakuan tidak nyata pada taraf kepercayaan 5%

Tabel 4. Ringkasan statistik C-organik, N dan C/N pada PUP 1 dan 5

Titik Sampel	Analisis Statistik	PUP 1			PUP 5			Uji T (0,05)
		C (%)	N (%)	C/N	C (%)	N (%)	C/N	
Horison A ₁	Rerata	4,74	0,29	16,70	4,31	0,27	15,67	tn
	SD	1,06	0,04	3,62	1,82	0,10	1,97	
	KV	0,22	0,15	0,22	0,42	0,38	0,13	
0-10	Rerata	1,49	0,11	13,70	1,35	0,10	13,00	tn
	SD	0,46	0,03	1,06	0,24	0,02	1,26	
	KV	0,31	0,27	0,08	0,18	0,16	0,10	
10-20	Rerata	1,22	0,09	13,90	1,60	0,10	14,33	tn
	SD	0,51	0,03	1,20	1,27	0,05	2,80	
	KV	0,42	0,37	0,09	0,79	0,53	0,20	

Keterangan: tn, artinya tidak nyata, perbedaan antar perlakuan tidak nyata pada taraf kepercayaan 5%

mempunyai kandungan 62% lebih banyak bila dibandingkan dengan PUP 1. Nilai C/N seresah daun utuh dan sebagian terombak adalah > 30, hal ini menandakan seresah masih belum terombak atau immobilisasi melampaui mineralisasi nitrogen (Foth, 1988).

Tanah Mineral

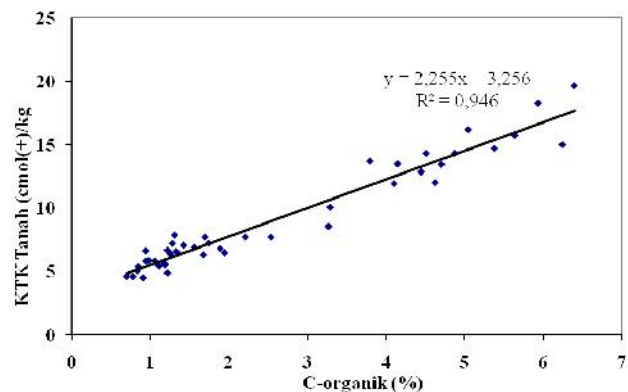
C-Organik, N dan C/N

Bahan organik mempunyai peranan yang besar pembentukan sifat fisik, kimia dan biologi tanah. Kandungan C-organik tanah bervariasi dari sangat rendah (<1%), hingga sangat tinggi (>5%).

Berdasarkan hasil analisis uji diketahui bahwa kandungan C, N dan C/N pada PUP 1 dan 5 tidak berbeda nyata pada uji T pada taraf kepercayaan 95%. Kandungan C-organik pada horison A₁ baik pada PUP 1 dan 5 relatif lebih tinggi dibandingkan dengan lapisan dibawahnya baik kedalaman 0-10 cm dan 10-20 cm pada kedua PUP monitoring (Tabel 4). Rata-rata kandungan C-organik horison A pada PUP monitoring tanaman umur 1 dan 5 tahun tergolong tinggi masing-masing adalah 4,74 dan 4,31%. Rata-rata C-organik pada lapisan kedalaman 0-10 cm pada PUP 1 dan 5 adalah 1,49 dan 1,35% dan tergolong sedang, sedangkan pada lapisan kedalaman 10-20 cm pada PUP monitoring tanaman umur 1 dan 5 tahun adalah 1,22 dan 1,60% dan tergolong sedang. Tingginya kandungan C-organik pada lapisan horison A₁ disebabkan oleh hasil dekomposisi seresah hutan yang tersimpan dalam lantai hutan.

Kandungan N-total lapisan horison A₁ termasuk dalam kategori sedang dan rendah pada kedalaman 0-10 cm dan 10-20 cm pada kedua PUP monitoring (Tabel 4). Status kandungan N-total sampai pada PUP 5 lebih kecil dibandingkan PUP 1 disebabkan karena N merupakan unsur mobil di dalam tanah. Di samping itu dengan penanaman TPTII memungkinkan air hujan langsung mengenai permukaan tanah dan mengangkut N bersama tanah yang tererosi yang berakibat pada menurunnya kandungan N total (Munawar, 2005).

Nisbah C/N pada horison A₁ dalam status harkat rendah sampai dengan tinggi dengan nilai antara 14-25 (nilai rata-rata 16,7) pada PUP 1 dan 14-19 (nilai rata-rata 15,67) pada PUP 5. Pada kedalaman 0-10 cm dan 10-20 cm status harkat C/N ratio dalam status rendah-sedang dengan nilai antara 12-15 pada kedua umur tanaman. Rasio C/N



Gambar 3. Hubungan kandungan C-organik tanah dengan nilai KTK tanah

pada kedalaman 0-10 cm dan 10-20 cm menunjukkan bahwa tingkat dekomposisi bahan organik pada kedua lapisan tersebut lebih lanjut dibandingkan pada horison A₁. Nilai rasio C/N PUP 5 adalah 5% lebih kecil dibandingkan pada PUP 1. Hal ini dapat dijadikan indikasi bahwa potensi kandungan C-organik dan N total mengalami penurunan masing-masing sebesar 12% dan 6% setelah 5 tahun penanaman.

C-organik pada horison A₁ mempunyai hubungan yang erat dengan sifat kimia tanah lainnya dan KTK tanah. Hal ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa semakin tinggi C-organik tanah maka semakin tinggi nilai KTK tanahnya (Alkasuma, 1994).

Kandungan C-organik berkorelasi sangat nyata dengan nilai kandungan nilai KTK tanah dengan nilai koefisien korelasi (R^2) (cmol(+)/kg) sebesar 0,946 (Gambar 3), sedangkan dengan kandungan kejenuhan basa cenderung berkorelasi negatif. Nilai korelasi kandungan C-organik dengan KTK tanah pada PUP 1 dan 5 tertinggi pada lapisan horison A₁, sedangkan pada lapisan sub soil 0-10 cm dan 10-20 cm nilai korelasinya rendah disebabkan oleh rendahnya kandungan C-organik pada lapisan tersebut (Suharta, 2007).

Reaksi tanah (pH)

Sifat kimia tanah pada tapak penelitian bersifat masam dan sangat masam. Hal ini ditunjukkan dengan nilai pH yang berkisar antara 3,97-4,5 (pH H₂O) dan 3,57-4,07 (pH KCl) (Tabel 5).

Rendahnya nilai pH tanah pada lokasi penelitian dikarenakan jenis tanahnya termasuk ordo Ultisol yang telah mengalami perkembangan tanah tingkat akhir (*ultus*=akhir) (Hardjowigeno, 1992).

Perkembangan yang telah akhir ini berakibat banyak aluminium menjadi larut dan terdapat dalam bentuk kation aluminium hidroksida atau kation aluminium. Aluminium yang terabsorpsi dalam keadaan keseimbangan dengan ion Al dalam bentuk larutan tanah menyebabkan keasaman tanah (Buckman dan Brady, 1982). Ion-ion Al dalam larutan tanah selanjutnya dihidrolisa yang mengakibatkan ion H dibebaskan dan akan menurunkan pH larutan tanah (Buckman dan Brady, 1982). Ion-ion Al dalam larutan tanah selanjutnya dihidrolisa yang mengakibatkan ion H

dibebaskan dan akan menurunkan pH larutan tanah (Buckman dan Brady, 1982). Di samping itu rendahnya pH tanah berakibat pada ion fosfat menggabung dengan Fe dan Al membentuk senyawa kurang larut sehingga menjadi tidak tersedia bagi tanaman, Al dibebaskan dari kompleks jerapan lempung (*clay lattice*) dan aktivitas bakteri menurun sehingga proses nitrifikasi berjalan lambat (Widodo dkk., 2002).

Reaksi tanah cenderung meningkat dari horison A ke lapisan *sub soil* (0-10 cm dan 10-20 cm). Peningkatan ini disebabkan oleh akumulasi hasil dekomposisi bahan organik yang disebabkan oleh proses *leaching* (pencucian) (Supriyo, 1996; Suharta, 2007) (Tabel 5.). Nilai delta pH pada horison A, 0-10 cm dan 10-20 cm baik pada plot PUP 1 dan 5 bermuatan negatif (-). Hal ini menandakan bahwa (1) koloid tanah bermuatan negatif (Subardja, 2007; Suharta, 2007) dan (2) Al tertukar (Al-dd) ditemukan dalam tanah dan kemungkinan digantikan oleh Kalium (K) dalam proses hidrolisis (Widodo dkk., 2002). Kandungan Al-dd dalam semua lapisan tanah tersebut rendah (0,30-1,30 cmol(+)), sehingga potensi keracunan Al hampir tidak ada dan keadaan ini dapat tetap dipertahankan dengan menjaga kandungan bahan organik pada tanah tetap tinggi (Munawar, 2005).

Fosfor dan basa-basa dapat ditukar (Mg, Ca, K, Na)

Fosfor tersedia, Mg, Ca, K dan Na tertinggi pada lapisan atas (horison A), serta menurun seiring dengan kedalaman tanah (Tabel 6.). Fosfor dan K-dd merupakan jenis unsur yang tidak mobil di dalam tanah, sehingga pelindian kedua unsur tersebut jarang terjadi kecuali pada tanah-tanah berpasir (Supriyo, 1996; Munawar, 2005). Tingginya Fosfor pada permukaan tanah dimungkinkan dari proses dekomposisi dari seresah yang menumpuk pada permukaan tanah tersebut (Supriyo, 1996).

Berdasarkan Tabel 6, Fosfor (P₂O₅) dan kandungan basa-basa dapat ditukar (Ca, Mg, K, Na) baik pada PUP 1 dan 5 dalam status sangat rendah, karena tanah pada lokasi tersebut telah mengalami pencucian lanjut dan bahan induk tergolong miskin basa-basa dan unsur hara (Suharta, 2007). Berdasarkan uji T pada taraf kepercayaan 5%,

Tabel 5. Rerata nilai pH (H₂O) dan pH (KCl) pada PUP 1 dan 5

Kedalaman tanah	PUP 1		PUP 5	
	pH H ₂ O	pH KCl	pH H ₂ O	pH KCl
Hor A	4,01	3,59	3,97	3,57
0 - 10 (cm)	4,44	4,02	4,35	3,97
10 - 20 (cm)	4,50	4,07	4,48	4,02

Tabel 6. Rerata P_2O_5 , Ca, Mg, K, dan Na pada PUP 1 dan 5

Lapisan Tanah (cm)	P_2O_5 (ppm)	Ca (cmol(+)/kg)	Mg (cmol(+)/kg)	K (cmol(+)/kg)	Na (cmol(+)/kg)
PUP 1					
Horison A_1	21,05	0.831	0.507	0.147	0.032
0 - 10	7,06	0.42	0.191	0.081	0.038
10 - 20	5,21	0.419	0.181	0.07	0.027
PUP 5					
Horison A_1	28,7	0,9	0,4	0,1	0,4
0 - 10	9,32	0,52	0,19	0,07	0,00
10 - 20	6,78	0,51	0,16	0,05	0,00
Uji T (0,05)	tn	tn	tn	tn	tn

Keterangan: tn, artinya tidak nyata, perbedaan antar perlakuan tidak nyata pada taraf kepercayaan 5%

Tabel 7. Rerata nilai KTK dan kejenuhan basa pada PUP 1 dan 5

Lapisan Tanah (cm)	KTK (cmol(+)/kg)		Kejenuhan basa (%)	
	PUP 1	PUP 5	PUP 1	PUP 5
Horison A_1	13,41	13,78	11,90	13,50
0 - 10	6,21	6,63	11,80	12,17
10 - 20	5,99	6,10	11,70	12,00
Uji T (0,05)	tn	tn	tn	tn

Keterangan: tn, artinya tidak nyata, perbedaan antar perlakuan tidak nyata pada taraf kepercayaan 5%

Tabel 8. Jumlah tanaman, indek kekayaan jenis dan indek keanekaragaman jenis PUP 1 dan 5

Tingkatan Hidup Pohon	Jumlah Tanaman (N/Ha)		Indek Kekayaan Jenis		Indek Keanekaragaman Jenis	
	PUP 1	PUP 5	PUP 1	PUP 5	PUP 1	PUP 5
Pohon	120	175	3,78	4,88	2,44	2,72
Tiang	220	274	2,52	5,39	1,93	1,15
Pancang	960	5.915	3,22	4,56	2,14	2,69
Semai	17.500	32.760	2,15	4,11	1,61	2,43

Sumber: (Suryatmaja dan Widiyatno, 2009)

Fosfor (P_2O_5) dan semua basa-basa dapat ditukar antara PUP 1 dan 5 tidak berbeda.

Walaupun demikian proses pengayaan basa-basa dapat tukar juga dilakukan oleh jenis tanaman penyusun hutan juga terjadi terhadap basa-basa dapat tukar. Hal ini dapat dilihat dengan tingginya kandungan ke 5 unsur basa tersebut di atas pada horison A pada plot PUP 1 dan 5 dibandingkan dengan lapisan subsoil pada kedua PUP tersebut.

Kapasitas tukar kation (KTK) dan kejenuhan basa

Nilai KTK tanah sangat dipengaruhi oleh jenis mineral lempung dan kandungan bahan organik. Pada lokasi yang mempunyai jenis tanah yang sama maka nilai KTK ditentukan oleh ketersediaan bahan organik yang ada pada lokasi tersebut (Suharta, 2007). Rerata Nilai KTK dan Kejenuhan Basa pada PUP 1 dan 5 dapat dilihat pada Tabel 7.

Pola sebaran KTK dalam solum tanah hampir seluruh tanah lapisan horison A_1 mempunyai nilai lebih tinggi dibandingkan lapisan di bawahnya

karena kandungan bahan organik pada horison A_1 lebih tinggi dibandingkan pada lapisan di bawahnya. Pada beberapa PUP diketahui adanya pola turun kemudian naik lagi, hal ini dimungkinkan sebagai resultante dari pengaruh bahan organik dan tingkat pelapukan (Hidayat, 2002). Lebih lanjut Hidayat (2002) dan Harjowigeno (1992) menyatakan tingkat pelapukan yang tertinggi terjadi pada tanah lapisan atas, sehingga nilai KTK pada lapisan tersebut lebih rendah, tetapi karena pengaruh bahan organik yang berkorelasi positif dengan nilai KTK sehingga nilai KTK menjadi tinggi.

Kandungan hara pada tanah Ultisol umumnya rendah karena pencucian berlangsung intensif, sedangkan kandungan bahan organik rendah karena proses dekomposisi berjalan cepat dan sebagian terbawa erosi. Pada tanah Ultisol yang mempunyai horizon kandik, kesuburan alamnya hanya bergantung pada bahan organik di lapisan atas.

Dominasi kaolinit pada tanah ini tidak memberi kontribusi pada kapasitas tukar kation

tanah, sehingga kapasitas tukar kation hanya bergantung pada kandungan bahan organik. Oleh karena itu, peningkatan produktivitas tanah Ultisol dapat dilakukan melalui perbaikan tanah (ameliorasi), pemupukan, dan pemberian bahan organik.

Nilai kejenuhan basa pada plot-plot PUP sangat rendah dengan nilai lebih kecil dari 20%. PUP 1 mempunyai nilai kejenuhan basa berkisar 11,9%, sedangkan pada PUP 5 mempunyai nilai kejenuhan basa berkisar 12-13,5% (Tabel 7). Nilai rata-rata kejenuhan basa tertinggi adalah 13,5% pada lapisan Horison A₁ pada PUP 5. Nilai kejenuhan basa yang berstatus rendah pada plot-plot PUP 1 dan 5 menunjukkan indikasi bahwa proses pencucian berlangsung intensif pada lokasi ini (Suharta, 2007).

Peranan Tanah Untuk Kelestarian Hutan

Berdasarkan kajian di atas diketahui bahwa sifat kimia tanah antara PUP 1 dan 5 relatif tidak terusik akibat kegiatan penanaman dengan menggunakan sistem penanaman jalur. Kondisi ini sangat mendukung untuk menjaga keragaman jenis penyusun hutan hujan tropis dan pertumbuhan tanaman dalam jalur dalam upaya peningkatan produktivitas pada rotasi pemanenan berikutnya (Tabel 8).

Berdasarkan Tabel 8, dapat dijelaskan bahwa keadaan sifat kimia tanah pada PUP 1 dan 5 yang relatif tidak berubah akan memberikan ruang bagi penambahan jumlah tanaman ditingkat semai dan pancang, sedangkan jumlah tanah dan pohon relative sama. Kondisi Pertumbuhan semai dan pancang mengalami peningkatan yang sangat besar pada tahun-tahun awal (umur 1 - 5 tahun setelah penebangan).

Setelah itu jumlah semai dan pancang berangsur-angsur mengalami penurunan akibat kompetisi yang semakin tinggi antar jenis dan penutupan oleh tiang dan pohon yang semakin rapat menaungi vegetasi di bawahnya (Suryatmaja dan Widiyatno, 2009). Sedangkan dari nilai indeks kekayaan jenis dan indeks keanekaragaman jenis mengindikasikan bahwa PUP 5 mempunyai nilai yang lebih tinggi dibanding PUP 1. Hal ini mengindikasikan bahwa penambahan umur tegakan (sampai dengan 5 tahun setelah tebang) dan sifat fisik kimia yang relative stabil antara PUP 1 dan 5 masih mampu mendukung perkembangan keanekaragaman jenis hutan hujan tropis, sehingga pengelolaan hutan yang lestari tetap dapat terjaga.

KESIMPULAN

Ketersediaan nutrisi pada LOA sangat ditentukan oleh keberadaan bahan organik pada

permukaan tanah. Kandungan hara berupa: (1) C-org, (2) N-org, (3) P₂O₅, (4) Ca, (5) Mg, (6) K, dan (7) Na pada PUP 1 dan 5 tahun setelah penanaman tidak berbeda nyata pada uji T dengan taraf kepercayaan 5%. Akan tetapi secara umum diketahui bahwa lapisan horison A₁ mempunyai kandungan hara yang lebih banyak dibandingkan dengan lapisan di bawahnya baik pada PUP 1 maupun 5. Hal ini disebabkan oleh proses dekomposisi seresah yang menumpuk pada permukaan tanah. Menurut umurnya, status nutrisi pada PUP 5 relatif lebih baik dibandingkan dengan PUP 1, kecuali kandungan hara pada seresah utuh yang relatif sama.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada pimpinan PT Sari Bumi Kusuma Unit Seruyan, Kalimantan Tengah atas ijin dan bantuan tenaga kerja serta akomodasi selama kegiatan penelitian berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

- Alkasuma. 1994. Beberapa Sifat Kimia Tanah Seri Sanggauledo (Anionic Acroperoc) Kalimantan Barat. *Risalah Hasil Penelitian Potensi Sumberdaya Lahan Untuk Pengembangan Sawah Irigasi di Kalimantan dan Sulawesi*, Puslittanak. Deptan, pp. 43-55.
- Anonim. 2001. Inpres No. 5 tahun 2001: *Tentang Pemberantasan Kayu Illegal (Illegal Logging) dan Peredaran Hasil Hutan Illegal di Kawasan Ekosistem Leuser dan Taman Nasional Tanjung Puting*, Jakarta.
- Buckman, H. dan Brady.N.C. 1982. *The Nature and Properties of Soils*, Soegiman (Terjemahan), PT Bharata Karya Aksara, Jakarta
- Departemen Kehutanan. 1997. SK Dirjen Pengusahaan hutan No. 220/KPTS/IV-BPH/1997 *tentang Pedoman Pelaksanaan Hutan Tanaman Industri dengan Sistem Tebang dan Tanam Jalur*, Departemen Kehutanan, Jakarta.
- Departemen Kehutanan. 1998. SK Menteri Kehutanan dan Perkebunan No. 625/KPTS-II/1998 *tentang : Sistem Silvikultur Tebang Pilih dan Tanam Jalur (TPTJ) Dalam Pengelolaan Hutan Produksi Alam*, Departemen Kehutanan, Jakarta.
- Departemen Kehutanan. 2005. SK Direktur Jenderal Bina Produksi Kehutanan SK No: SK.226/VI-BPHA/2005 *tentang: Pedoman Tebang Pilih Tanam Indonesia Intensif (TPTII)*, Departemen Kehutanan, Jakarta.
- Departemen Kehutanan. 2009a. Peraturan Menteri Kehutanan No: P. 11/Menhut-II/2009 *tentang: Sistem Silvikultur Dalam Areal Izin Usaha*

- Pemanfaatan Hasil Hutan Kayu Pada Hutan Produksi*. Departemen Kehutanan, Jakarta
- Departemen Kehutanan. 2009b. Peraturan Direktur Jenderal Bina Produksi Kehutanan No: P.9/VI/BPHA/2009 tentang: *Pedoman Pelaksanaan Sistem Silvikultur Dalam Areal Izin Usaha Pemanfaatan Hasil Hutan Kayu Pada Hutan Produksi*. Departemen Kehutanan, Jakarta
- FAO. 2007. *Brief On National Forest Inventory (NFI) Indonesia*. Forestry Department-Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- Foth, H.D. 1988. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Hardiwinoto, S. dan Okimori, Y. 1996. *Litter Production of Logged Over Forest in The Tropical Rain Forest of Jambi, Sumatera*. Prosiding Ecological Approach for Productivity and Sustainability of Dipterocarps Forest, Fak. Kehutanan UGM dan KEEC-Kyoto.
- Hardjowigeno, S. 1992. *Ilmu Tanah*, PT Mediatama Sarana Perkasa, Jakarta.
- Hidayat, A. 2002. Karakteristik dan Genesis Tanah Oxisols dari Bahan Organik Induk Ultra Basik di Pelihari Kalimantan Selatan. Di dalam Sumber Daya Lahan, *Prosiding Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat-Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian-Deptan*.
- Kikuchi, J. 1996. *The Growth and Mycorrhiza Formation on Naturally Regeneration Dipterocarps Seedling In The Logged Over Forest in Jambi, Sumatra*. Prosiding Ecological Approach for Productivity and Sustainability of Dipterocarps Forest, Fak. Kehutanan UGM dan KEEC-Kyoto.
- Munawar, A. 2005. *Status Hara Tanah pada Tegakan Hutan Alam dengan Sistem Tebang Pilih Jalur*. Prosiding Peningkatan Produktifitas Hutan, Fakultas Kehutanan UGM dan International Timber Trade Organization. Yogyakarta.
- Na'iem, M. dan E. Faridah, 2006. Model im Intensive Enrichment Plating (TPTII). In A.Rimbawanto (ed): *Silviculture System Of Indonesia's Dipterocarps Forest Management: A Lesson Learned*, Faculty of Forestry GMU and International Tropical Timber Organization. Indonesia, pp. 25-36.
- Nussbaum, R. dan Hoe, A.L.. 1996. Rehabilitation of Degraded Sites In Logged-Over Forest Using Dipterocarps. Dalam: A. Schulte dan D. Schone (ed): *Dipterocarps Forests Ecocystem, Towards Sustainable Management*. World Scientific Publishing, Singapura, pp.446-463.
- Nussbaum, R., J. Anderson dan T. Spencer. 1996. Planting Dipterocarps For Rehabilitation of Log Landings and Skid Trails in Sabah, Malaysia. *Proceedings of The Fifth Round-Table Conference on Dipterocarps*, Chiang Mai.
- Rahayu, Suraminto, Martani dan Supriyadi. 2005. *Pengaruh pemberian Herbisida Paraquat, Pemupukan NPK dan Kapur Terhadap Pengembangan Porositas, Kandungan Abu di Tanah Gambut Kalimantan Tengah*. Prosiding Seminar Nasional: Inovasi Teknologi Pengelolaan Lahan Rawa dan Pengendalian Pencemaran Lingkungan, Banjarbari-Kalimantan Tengah.
- Soekotjo dan A. Subiakto. 2005. *Petunjuk Teknis Dipterocarps*. Fakultas Kehutanan UGM and International Tropical Timber Organization, Yogyakarta.
- Subardja. 2007. Karakteristik dan Pengelolaan Tanah Masam dari Batuan Vulkanik untuk Pengembangan Jagung di Sukabumi Jawa Barat, *Jurnal Tanah dan Iklim*, 25:59-68.
- Suharta. 2007. Sifat dan Karakteristik Tanah dari Batuan Sedimen Masam di Provinsi Kalimantan Barat Serta Implikasinya Terhadap Pengelolaan Lahan, *Jurnal Tanah dan Iklim*, 25:11-26.
- Supriyo, H. 1996. *Chemical and Physical Characteristic of Major Factor Soils Under Dipterocarps Forest in PT Silva Gama, Jambi, Sumatera*. *Proceeding of Seminar Ecology and Reforestation of Dipterocarp Forest*. Fak Kehutanan UGM dan Kansai Environmental Engineering Centre (KEEC), Yogyakarta.
- Suryatmaja, H dan Widiyatno. 2009. Pengaruh Teknologi Silvikultur Intensif Terhadap Tata Air dan Keanekaragaman Hayati Pada Sistem Tebang Pilih Tanam Indonesia Intensif (TPTII)/*Laporan Penelitian Hibah Bersaing XVII*, Fak Kehutanan UGM, Yogyakarta.
- Whitmore, T.C. 1993. *An Introduction To Tropical Rain Forest*. Oxford University Press, New York.
- Whitmore, T.H., dan C.P. Burnham. 1984. *Tropical Rain Forest of The Far East*. Clarendon Press, Oxford.
- Widodo, M.A., C.A.D. Kuncoro dan A. Bale. 2002. *Carbon Stock in Several Land Uses In Tropical Region*. *Proceedings of Seminar Dipterocarp Resforestation*. Fak Kehutanan UGM, Kansai Environmental Engineering Center Kansai dan Kanso-Japan. Yogyakarta.